

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日            2 0 0 3 年    3 月 1 4 日  
Date of Application:

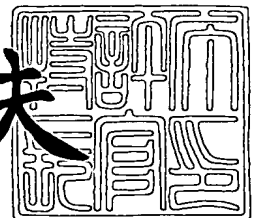
出 願 番 号            特 願 2 0 0 3 - 0 7 0 7 2 1  
Application Number:  
[ST. 10/C] :            [ J P 2 0 0 3 - 0 7 0 7 2 1 ]

出      願      人  
Applicant(s):            ソニー株式会社  
                                アルプス電気株式会社

2 0 0 4 年    1 月 1 3 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出証番号    出証特 2 0 0 3 - 3 1 1 0 7 2 1

【書類名】 特許願

【整理番号】 0290767301

【提出日】 平成15年 3月14日

【あて先】 特許庁長官 太田 信一郎 殿

【国際特許分類】 B25J 13/08

【発明者】

【住所又は居所】 東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号 ソニー株式会社  
内

【氏名】 小池 剛史

【発明者】

【住所又は居所】 東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号 ソニー株式会社  
内

【氏名】 登坂 進

【発明者】

【住所又は居所】 東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号 ソニー株式会社  
内

【氏名】 五十嵐 健

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区雪谷大塚町 1 番 7 号 アルプス電気株式会  
社内

【氏名】 前田 良一

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区雪谷大塚町 1 番 7 号 アルプス電気株式会  
社内

【氏名】 三浦 昭人

【特許出願人】

【識別番号】 000002185

【氏名又は名称】 ソニー株式会社

## 【特許出願人】

【識別番号】 000010098

【氏名又は名称】 アルプス電気株式会社

## 【代理人】

【識別番号】 100067736

【弁理士】

【氏名又は名称】 小池 晃

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100086335

【弁理士】

【氏名又は名称】 田村 榮一

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100096677

【弁理士】

【氏名又は名称】 伊賀 誠司

## 【手数料の表示】

【予納台帳番号】 019530

【納付金額】 21,000円

## 【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9707387

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 ロボット装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 脚式移動型のロボット装置において、

脚部の地面と接する位置に設けられ、該脚部が地面に接した際の反力を外力として検出する 1 以上の荷重センサを備え、

上記荷重センサは、押圧力を電気信号に変換する感圧部を備える圧力検出手段と、上記外力により上記圧力検出手段を押圧する押圧部材とを有し、

上記押圧部材は、上記圧力検出手段の上記感圧部に対する押圧力を所定の閾値以下とするように外力を規制するストッパ機能を有する

ことを特徴とするロボット装置。

【請求項 2】 上記圧力検出手段は、上記感圧部と周辺部とからなり

上記押圧部材は、上記外力が加えられる操作体と、上記感圧部を押圧する駆動体と、該操作体に加えられた外力を該駆動体に伝達する弾性体とを備え、

上記押圧部材に対して外力が加えられると、上記操作体が上記弾性体を介して上記駆動体に外力を伝達して該駆動体は上記圧力検出手段の上記感圧部を押圧し、更に外力が加えられると、上記操作体が上記圧力検出手段の上記周辺部に当接することにより上記外力が規制される

ことを特徴とする請求項 1 記載のロボット装置。

【請求項 3】 上記荷重センサは、上記圧力検出手段と上記押圧部材とを支持するケース体を有することを特徴とする請求項 1 記載のロボット装置。

【請求項 4】 上記圧力検出手段の上記感圧部は、上記周辺部より、その厚さが薄いことを特徴とする請求項 2 記載のロボット装置。

【請求項 5】 上記押圧部材は、有底円筒状の上記操作体の内部に上記駆動体が配置された 2 重構造とされ、

上記操作体は、上記駆動体を押圧する段部を有し、

上記駆動体は、上記感圧部に当接する鍔部を有し、

上記弾性体は、皿バネにより構成され、上記段部と鍔部とに係合され、上記操作体と上記駆動体とを連結することを特徴とする請求項 2 記載のロボット装置。

【請求項 6】 上記弾性体は、上記操作体を上記駆動体に対し上記圧力検出手段から離隔する方向に付勢することを特徴とする請求項 2 記載のロボット装置。

【請求項 7】 上記操作体は、上記外力が加えられていないときは、上記弾性体の付勢力により上記圧力検出手段から離隔されることを特徴とする請求項 6 記載のロボット装置。

【請求項 8】 上記荷重センサは、上記圧力検出手段と上記押圧部材とを支持するケース体を有し、

上記押圧部材は、上記外力が加えられる操作体と、上記感圧部を押圧する駆動体と、該操作体に加えられた上記外力を該駆動体に伝達する弾性体とを有し、

上記押圧部材に対して外力が加えられると、上記操作体が上記弾性体を介して上記駆動体に外力を伝達して上記駆動体は上記圧力検出手段の上記感圧部を押圧し、更に外力が加えられると、上記操作体が上記ケース体に当接することにより上記外力が規制される

ことを特徴とする請求項 1 記載のロボット装置。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【0001】

#### 【発明の属する技術分野】

本発明は、脚式移動型のロボット装置に関し、特に、足底に荷重センサを備えたロボット装置に関する。

##### 【0002】

#### 【従来の技術】

近年、人や猿等の 2 足直立歩行を行う動物を模した脚式移動ロボット装置に関する研究開発が進展し、実用化への期待も高まってきている。2 足直立による脚式移動ロボット装置は、クローラ式、又は 4 足若しくは 6 足式のロボット装置等に比べて不安定であり、姿勢制御や歩行制御が複雑になるが、不整地若しくは障害物等、作業経路上に凹凸がある歩行面、又は階段若しくは梯子等の不連続な歩行面に対応することができる等、柔軟な移動作業を実現することができるという点で優れている。

##### 【0003】

人間の作業空間及び居住空間のほとんどは、2足による直立歩行という人間が持つ身体メカニズムや行動様式に合わせて形成されている。言い換えれば、人間の住空間は、車輪その他の駆動装置を移動手段とした現状の機械システムが移動するにはあまりに多くの障壁が存在する。機械システム、即ちロボット装置が様々な人的作業を支援又は代行し、更に人間の住空間に深く浸透していくためには、ロボット装置の移動可能範囲が人間のそれとほぼ同じであることが好ましい。これが、脚式移動ロボット装置の実用化が大いに期待されている所以である。人間型の形態を有していることは、ロボット装置が人間の住環境との親和性を高める上で必須であると言える。

#### 【0004】

2足歩行による脚式移動を行うタイプのロボット装置についての姿勢制御や安定歩行に関する技術は既に数多く提案されている。その中の多くは、ZMP (Zero Moment Point) を歩行の安定度判別の規範として用いている。ZMPによる安定度判別規範は、歩行系から路面には重力と慣性力並びにこれらのモーメントが作用し、これらと路面から歩行系への反作用としての床反力及び床反カモーメントがバランスするというダランベールの原理に基づく。力学的推論の帰結として、足裏の接地点と路面の形成する支持多角形の辺上又はその内側にピッチ及びロール軸モーメント（行中の床反力によるモーメント）がゼロとなる点が存在し、この点をZMPという。また、ZMP軌道とは、例えばロボット装置の歩行動作期間中にZMPが動く軌跡を意味する。

#### 【0005】

ZMP規範に基づく2足歩行制御には、足底着地点を予め決定でき、路面形状に応じた足先の運動学的拘束条件を考慮し易い等の利点がある。また、ZMPを安定度判別規範とすることは、力ではなく軌道を運動制御上の目標値として扱うことを意味するので、技術的に実現性が高まる。このようなZMPの概念並びにZMPを歩行ロボット装置の安定度判別規範に適用する点については下記非特許文献1に記載されている。

#### 【0006】

ZMPを安定判別規範として、ロボット装置の運動制御を行う場合、実際のZ

MPを測定することは非常に有効である。このため、ロボット装置の可動脚の先端部に設けられる足部には、カセンサ（荷重センサ）等のZMP検出用の複数のセンサが配設されている。これらのセンサの検出値は、A/D変換されてロボット装置本体に設けられる主制御部に取り込まれ、主制御部によって、これらの検出値に基づいて実際のZMPが算出され、ロボット装置の歩行動作を含む各部の制御に供される。

#### 【0007】

ZMP検出用センサの設置位置としては、例えば、足部が足甲部材と該足甲部材に遊動可能に取り付けられる足底部材からなる二重構造を採用した場合には、該足甲部材と該足底部材との間に予圧された状態で介装されるのが一般的である。

#### 【0008】

##### 【非特許文献1】

Miomir Vukobratovic著“LEGGED LOCOMOTION ROBOTS”（加藤一郎外著、「歩行ロボット装置と人工の足」、日刊工業新聞社）

#### 【0009】

##### 【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、ロボット装置の足底にZMP検出用センサ（荷重センサ）を設けると、上述した不連続な歩行面上を歩行する場合、足底がたわむ等してZMP検出用センサに極めて大きな荷重が負荷され、ZMP検出用センサの精度が低下したり、ZMP検出用センサが破壊したりしてしまう場合がある。

#### 【0010】

本発明は、このような従来の実情に鑑みて提案されたものであり、強い荷重が付加された場合でも破壊することがなく、簡便な構造で軽量化・小型化が容易で且つ荷重を精度よく検出することができる荷重センサを備えるロボット装置を提供することを目的とする。

#### 【0011】

##### 【課題を解決するための手段】

上述した目的を達成するために、本発明に係るロボット装置は、脚式移動型の

ロボット装置において、脚部の地面と接する位置に設けられ、該脚部が地面に接した際の反力を外力として検出する 1 以上の荷重センサを備え、上記荷重センサは、押圧力を電気信号に変換する感圧部を備える圧力検出手段と、上記外力により上記圧力検出手段を押圧する押圧部材とを有し、上記押圧部材は、上記圧力検出手段の上記感圧部に対する押圧力を所定の閾値以下とするように外力を規制するストッパ機能を有することを特徴とする。

#### 【0012】

本発明においては、ロボット装置が不連続な路面を歩行したりする際に足底がたわむ等して大きな外力が付加された場合であっても、押圧部材がストッパ機能を有して、所定の閾値以下となるように外力を規制して所定の閾値以下の押圧力とするため、圧力検出手段に例えば永久ひずみが生じたり、破損したりすることを防止して荷重センサの検出精度を維持することができる。

#### 【0013】

##### 【発明の実施の形態】

以下、本発明の一構成例として示す 2 足歩行の人間型のロボット装置について、図面を参照して詳細に説明する。この人間型のロボット装置は、住環境その他の日常生活上の様々な場面における人的活動を支援する実用ロボットであり、内部状態（怒り、悲しみ、喜び、楽しみ等）に応じて行動できるほか、人間が行う基本的な動作を表出できるエンターテインメントロボットである。図 1 は、本実施の形態におけるロボット装置の概観を示す斜視図である。

#### 【0014】

図 1 に示すように、ロボット装置 1 は、体幹部ユニット 2 の所定の位置に頭部ユニット 3 が連結されると共に、左右 2 つの腕部ユニット 4 R/L と、左右 2 つの脚部ユニット 5 R/L が連結されて構成されている（但し、R 及び L の各々は、右及び左の各々を示す接尾辞である。以下において同じ。）。

#### 【0015】

このロボット装置 1 が具備する関節自由度構成を図 2 に模式的に示す。頭部ユニット 3 を支持する首関節は、首関節ヨー軸 101 と、首関節ピッチ軸 102 と、首関節ロール軸 103 という 3 自由度を有している。



## 【0016】

また、上肢を構成する各々の腕部ユニット 4 R/L は、肩関節ピッチ軸 107 と、肩関節ロール軸 108 と、上腕ヨー軸 109 と、肘関節ピッチ軸 110 と、前腕ヨー軸 111 と、手首関節ピッチ軸 112 と、手首関節ロール軸 113 と、手部 114 とで構成される。手部 114 は、実際には、複数本の指を含む多関節・多自由度構造体である。ただし、手部 114 の動作は、ロボット装置 1 の姿勢制御や歩行制御に対する寄与や影響が少ないので、本明細書ではゼロ自由度と仮定する。したがって、各腕部は 7 自由度を有するとする。

## 【0017】

また、体幹部ユニット 2 は、体幹ピッチ軸 104 と、体幹ロール軸 105 と、体幹ヨー軸 106 という 3 自由度を有する。

## 【0018】

また、下肢を構成する各々の脚部ユニット 5 R/L は、股関節ヨー軸 115 と、股関節ピッチ軸 116 と、股関節ロール軸 117 と、膝関節ピッチ軸 118 と、足首関節ピッチ軸 119 と、足首関節ロール軸 120 と、足部 121 とで構成される。本明細書中では、股関節ピッチ軸 116 と股関節ロール軸 117 の交点 は、ロボット装置 1 の股関節位置を定義する。人体の足部 121 は、実際には多関節・多自由度の足底を含んだ構造体であるが、ロボット装置 1 の足底は、ゼロ自由度とする。したがって、各脚部は、6 自由度で構成される。

## 【0019】

以上を総括すれば、ロボット装置 1 全体としては、合計で  $3 + 7 \times 2 + 3 + 6 \times 2 = 32$  自由度を有することになる。ただし、エンターテインメント向けのロボット装置 1 が必ずしも 32 自由度に限定されるわけではない。設計・制作上の制約条件や要求仕様等に応じて、自由度すなわち関節数を適宜増減することができるというまでもない。

## 【0020】

上述したようなロボット装置 1 がもつ各自由度は、実際にはアクチュエータを用いて実装される。外観上で余分な膨らみを排してヒトの自然体形状に近似させること、2 足歩行という不安定構造体に対して姿勢制御を行うこと等の要請から

、アクチュエータは小型且つ軽量であることが好ましい。

#### 【0021】

なお、以下では、説明の便宜上、足部121の説明において、足部121の裏面の路面（床面）に当接する部分を含んで構成される面をX-Y平面とし、該X-Y平面内において、ロボット装置の前後方向をX軸とし、ロボット装置の左右方向をY軸とし、これらに直交する方向をZ軸として説明する。

#### 【0022】

このようなロボット装置は、ロボット装置全体の動作を制御する制御システムを例えば体幹部ユニット2等に備える。図3は、ロボット装置1の制御システム構成を示す模式図である。図3に示すように、制御システムは、ユーザ入力等に動的に反応して情緒判断や感情表現を司る思考制御モジュール200と、アクチュエータ350の駆動等ロボット装置1の全身協調運動を制御する運動制御モジュール300とで構成される。

#### 【0023】

思考制御モジュール200は、情緒判断や感情表現に関する演算処理を実行するCPU（Central Processing Unit）211や、RAM（Random Access Memory）212、ROM（Read Only Memory）213及び外部記憶装置（ハード・ディスク・ドライブ等）214等で構成され、モジュール内で自己完結した処理を行うことができる、独立駆動型の情報処理装置である。

#### 【0024】

この思考制御モジュール200は、画像入力装置251から入力される画像データや音声入力装置252から入力される音声データ等、外界からの刺激等に従って、ロボット装置1の現在の感情や意思を決定する。ここで、画像入力装置251は、例えばCCD（Charge Coupled Device）カメラを複数備えており、また、音声入力装置252は、例えばマイクロホンを複数備えている。

#### 【0025】

また、思考制御モジュール200は、意思決定に基づいた動作又は行動シーケンス、すなわち四肢の運動を実行するように、運動制御モジュール300に対して指令を発行する。

**【0026】**

一方の運動制御モジュール300は、ロボット装置1の全身協調運動を制御するCPU311や、RAM312、ROM313及び外部記憶装置（ハード・ディスク・ドライブ等）314等で構成され、モジュール内で自己完結した処理を行うことができる独立駆動型の情報処理装置である。また、外部記憶装置314には、例えば、オフラインで算出された歩行パターンや目標とするZMP軌道、その他の行動計画を蓄積することができる。

**【0027】**

この運動制御モジュール300には、図2に示したロボット装置1の全身に分散するそれぞれの関節自由度を実現するアクチュエータ350、体幹部ユニット2の姿勢や傾斜を計測する姿勢センサ351、左右の足底の離床又は着床を検出する接地確認センサ352、353、足部121の足底121に設けられる後述する本実施の形態における荷重センサ、バッテリー等の電源を管理する電源制御装置354等の各種の装置が、バス・インターフェース（I/F）301経由で接続されている。ここで、姿勢センサ351は、例えば加速度センサとジャイロ・センサの組み合わせによって構成され、接地確認センサ352、353は、近接センサ又はマイクロ・スイッチ等で構成される。

**【0028】**

思考制御モジュール200と運動制御モジュール300は、共通のプラットフォーム上で構築され、両者間はバス・インターフェース201、301を介して相互接続されている。

**【0029】**

運動制御モジュール300では、思考制御モジュール200から指示された行動を体現すべく、各アクチュエータ350による全身協調運動を制御する。すなわち、CPU311は、思考制御モジュール200から指示された行動に応じた動作パターンを外部記憶装置314から取り出し、又は、内部的に動作パターンを生成する。そして、CPU311は、指定された動作パターンに従って、足部運動、ZMP軌道、体幹運動、上肢運動、腰部水平位置及び高さ等を設定するとともに、これらの設定内容に従った動作を指示する指令値を各アクチュエータ3

50に転送する。

#### 【0030】

また、CPU311は、姿勢センサ351の出力信号によりロボット装置1の体幹部ユニット2の姿勢や傾きを検出するとともに、各接地確認センサ352、353の出力信号により各脚部ユニット5R/Lが遊脚又は立脚のいずれの状態であるかを検出することによって、ロボット装置1の全身協調運動を適応的に制御することができる。更に、CPU311は、ZMP位置が常にZMP安定領域の中心に向かうように、ロボット装置1の姿勢や動作を制御する。

#### 【0031】

また、運動制御モジュール300は、思考制御モジュール200において決定された意思通りの行動がどの程度発現されたか、すなわち処理の状況を、思考制御モジュール200に返すようになっている。このようにしてロボット装置1は、制御プログラムに基づいて自己及び周囲の状況を判断し、自律的に行動することができる。

#### 【0032】

次に、このようなロボット装置1の足部の足底に設けられる本実施の形態の荷重センサについて詳細に説明する。本実施の形態における荷重センサは、足部の足底に複数設けられるもので、足底が地面と接した際の地面からの反力を外力として検出するものである。

#### 【0033】

図4及び図5は、本実施の形態における荷重センサを示す夫々分解斜視図及び断面図である。図4及び図5に示すように、ロボット装置の脚部ユニット5R/Lの足首側を上面としたとき、荷重センサ100は、感圧機能（感圧部）を備える圧力検出手段である例えばダイヤフラム10と、外力を受け、ダイヤフラム10の感圧部の下面側を押圧する押圧部材20と、ダイヤフラム10と押圧部材20とを支持し、収納するケース体30とを有している。

#### 【0034】

ダイヤフラム10は、円盤形状に形成され、中央部分がその周辺（周縁）の厚肉部12より凹んでその板厚が薄くなっており、このように、薄肉状にすること

で撓みやすくされ、この凹部が押圧部材 2 0 からの押圧力を検出する感圧部 1 1 となっている。ダイヤフラム 1 0 は、押圧部材 2 0 から押圧される押圧面とは反対側の上面側が凹み、感圧部 1 1 となっており、押圧される側の押圧面は厚肉部 1 2 と同一平面上となるよう形成されている。この厚肉部 1 2 は、押圧部材 2 0 の外側に配置される後述する操作体 2 2 を衝止（当接）する衝止部となる。

#### 【0 0 3 5】

ダイヤフラム 1 0 は、例えば樹脂又は金属等の基板の押圧面となる側上に、押圧部材 2 0 により加えられた押圧力を所定の電気信号に変換する電気回路等が形成されており、例えば、4 つの歪ゲージ（歪センサ）が上記基板に貼着され、ブリッジ回路が形成されたもの等とすることができる。これにより、押圧力が電気信号に変換され、この電気信号がロボット装置本体の上述した制御システムの運動制御モジュール 3 0 0 等に送られる。そして、運動制御モジュール 3 0 0 にて、この電気信号に基づく押圧力から ZMP 等が計算される。

#### 【0 0 3 6】

具体的には、中心部の薄肉状の部分には、その中心付近に 2 つ歪センサを設け、周縁部に近い場所にも中心付近の 2 つの歪センサを挟んで略対称な位置に、それぞれ 1 つずつ歪センサを設けて感圧部 1 1 が構成されており、この感圧部 1 1 は、押圧面側から荷重をかけられると、中心付近には圧縮方向の歪みが生じ、周縁部付近には引っ張り方向の歪みが生じる。そして、各歪センサは、図示しないブリッジ回路に接続されて、荷重を検出する。

#### 【0 0 3 7】

また、押圧面の上記電気回路等の更に上（紙面では、下側）には、樹脂等により所定の厚さで例えば矩形等の複数のパターン 1 3 が印刷され、これにより押圧力が感圧部 1 1 全面に均一に付加されるようになっている。

#### 【0 0 3 8】

ダイヤフラム 1 0 の周縁部は厚肉状とされ、厚肉部 1 2 を構成する。厚肉部 1 2 は、その底面及び側面を後述するケース体 3 0 に当接され、ダイヤフラム 1 0 を支えている。

#### 【0 0 3 9】

押圧部材 20 は、外力を押圧力として感圧部 11 に伝えると共に、大きな外力が付加された場合には、ダイヤフラム 10 の感圧部 11 に対する押圧力を所定の閾値以下とするように外力を規制するストッパ機能を有する。この押圧部材 20 は、外力が付加される操作体 21 と、操作体 21 の内部の中空部分に配置されダイヤフラム 10 の感圧部 11 を押圧する駆動体 22 と、操作体 21 を駆動体 22 に対し、ダイヤフラム 10 とは離隔する方向に付勢すると共に、操作体 21 に加えられた外力を駆動体 22 に伝達する弾性体 23 とを有している。荷重センサ 100 は、押圧部材 20 を介して外力が加えられると、操作体 21 が弾性体 23 を介して駆動体 22 に外力を伝達して駆動体 22 がダイヤフラム 10 の感圧部 11 を押圧し、更に外力が加えられると、操作体 21 がダイヤフラム 10 の厚肉部 12 に接触することにより外力を規制するものである。

#### 【0040】

操作体 21 は、例えば樹脂材料によって形成され、駆動体 22 に比べて幅広とされ、駆動体 22 を内部に略納めることができるように空洞が形成された上面視で略円形の有底円筒状の部材であり、その開口側がダイヤフラム 10 の押圧面側に対向するように配置されている。

#### 【0041】

この操作体 21 の開口側の端部（開口端）21c 近傍の外側面にはケース 30 の係合部 31 と係合する係合部 21b が形成され、ダイヤフラム 10 の押圧面を押圧可能な位置にて、この係合部 21b とケース 30 の内側に設けられた係合部 31 とが係止されている。操作体 21 の円筒部の開口端 21c は、外力が付加されていない状態では、ダイヤフラム 10 の厚肉部 12 とは接することなく、ダイヤフラム 10 との間にて後述するような所定のギャップ（間隙）を介し、ケース 30 の係合部 31 にその自重によりぶら下がった状態となっている。

#### 【0042】

この操作体 21 は、開口面とは反対側の底部外側から外力が付加されると、開口端 21c がダイヤフラム 10 の厚肉部 12 に圧接するまでケース 30 の内側面をダイヤフラム 10 の押圧面側へ摺動する。そして、更に外力が付加されて、所定の荷重までは後述する弾性体 23 を介して駆動体 22 を押圧する。所定の荷重

に達すると当接面となる開口端 21c はダイヤフラム 10 の厚肉部 12 に当接して摺動が停止される。このように外力を規制し、所定の閾値以上の押圧力が感圧部 11 に付加されないよう構成され、ダイヤフラム 10 の感圧部 11 の過大荷重や衝撃荷重による破損を防ぐことができる。この開口は、少なくともダイヤフラム 10 の感圧部 11 よりその直径が大きく、外力が付加されても、感圧部 11 には押圧力を付加できないような構成となっている。

#### 【0043】

操作体 21 の内部に形成された空洞の底面（内面）上には、ダイヤフラム 10 の感圧部 11 よりもその直径が小さい段部（凹部）21a が形成されており、この段部 21a に駆動体 22 が嵌装される。また、操作体 21 の底面の外部表面（外面）は略球面状に湾曲して形成され、外力として荷重を加えられた場合にその荷重が均一に駆動体 22 に伝わるようにされている。

#### 【0044】

駆動体 22 は、例えば金属材料によって形成され、操作体 21 の内部の中空部に配置されて、こうして押圧部材 20 が操作体 21 との 2 重構造とされている。この駆動体 22 は、操作体 21 の底部内面上に設けられた段部 21a に嵌装される軸部 22a と、ダイヤフラム 10 の感圧部 11 に当接し、押圧する部分を幅広に形成した鏢部 22b とを有した二段の円筒形状からなる。即ち、この駆動体 22 の鏢部 22b は、上述した操作体 21 の内部の段部 21b に合わせた形状とされ、駆動体 22 が操作体 21 に嵌装される。

#### 【0045】

操作体 21 の段部 21a に嵌装された駆動体 22 の軸部 22a は、操作体 21 の段部 21a 内をダイヤフラム 10 の押圧面と直交する方向に摺動し、鏢部 22b により感圧部 11 の押圧面を押圧する。本実施の形態においては、駆動体 22 の鏢部 22b は、軸部 22a に一体的に成型されたフランジ部分からなり、鏢部 22b の、感圧部 11 の押圧面に当接、押圧する側の面は、ダイヤフラム 10 の感圧部 11 と上面視で略同一形状で、その直径が感圧部 11 の直径よりもやや小さく形成され、これにより、感圧部 11 の押圧面を均一に押圧することができる。

。

## 【 0 0 4 6 】

弾性体 2 3 は、操作体 2 1 と駆動体 2 2 を連結するものであり、例えば、外径が駆動体 2 2 の鏝部 2 2 b より若干小さく、内径が駆動体 2 2 の軸部 2 2 a より若干大きい、円錐面を有する複数枚の環状の皿バネ等からなり、駆動体 2 2 に対し、操作体 2 1 をダイヤフラム 1 0 から離隔する方向に付勢する。皿バネは、略円形の板状からなるリング形状を有すると共に、内周から外周に向かって傾斜状に形成された部材 2 3 a を互いに対向するように重ねたもので、変位する方向の高さを比較的低く抑えることができ、その場合でも荷重の低い領域からストロークが略線形に変位するため、操作体 2 1 と駆動体 2 2 との間隔をそれほど大きくする必要がなく、したがって荷重センサ 1 0 0 の薄型化を図ることができる。

## 【 0 0 4 7 】

弾性体 2 3 は、操作体 2 1 の段部 2 1 a と、駆動体 2 2 の鏝部 2 2 b とにそれぞれ係合し、駆動体 2 2 の鏝部 2 2 b より幅狭に形成された軸部 2 2 a を取囲むように設けられ、操作体 2 1 に外力が付加されると、外力を駆動体 2 2 に伝達し、これにより、駆動体 2 2 がダイヤフラム 1 0 の感圧部 1 1 を押圧する。

## 【 0 0 4 8 】

また、弾性体 2 3 と操作体 2 1 の段部 2 1 a との間にはワッシャ 2 6 が設けられている。操作体 2 1 が樹脂材料から形成されている場合、皿バネからなる弾性体 2 3 から局所的に荷重を受けた場合には、へこみ等を生じる可能性があるため、ワッシャ 2 6 を設けることで段部 2 1 a における荷重を分散させてへこみ等を生じないようにしている。

## 【 0 0 4 9 】

ここで、操作体 2 1 とダイヤフラム 1 0 の厚肉部 1 2 の間には弾性体 2 3 が荷重に対して線形に変位する限界変位量より小さな隙間を設けることが好ましい。以下、このような隙間を設ける理由について詳細に説明する。

## 【 0 0 5 0 】

荷重に対して、弾性体 2 3 が線形に変位しないと、寸法精度や環境温度の変化などによって、検出荷重にバラツキを生じやすく、精度の面で問題を生じる場合がある。特に、設計上は所定の荷重において操作体 2 1 がダイヤフラム 1 0 に当



接するようにされるものの、この寸法精度や環境温度の変化などによってバラツキが生じると、操作体 21 がダイヤフラム 10 に当接する荷重にもバラツキが生じる場合がある。例えば、ゴム等は、荷重に対して線形に変位せず、荷重の低い段階で大きく変位して、ある程度の荷重になるとほとんど変位しなくなるため、駆動体 22 のわずかな特性の変化により、ダイヤフラム 10 の感圧部 11 に極めて大きな荷重がかかる場合があり、ダイヤフラム 10 の破損を招くことがある。

#### 【0051】

このような不具合を解消するため、操作体 21 のダイヤフラム 10 との当接面となる開口端 21c とダイヤフラム 10 との隙間を弾性体 23 の限界変位量より小さくすることで、弾性体 23 が線形に変位する領域のみ用いることができ、これにより、常に一定の荷重で駆動体 22 をダイヤフラム 10 に当接させることができる。

#### 【0052】

この隙間は、弾性体 23 の荷重に対するストロークの関係から決めることができ、操作体 21 の開口端 21c を所定の荷重でダイヤフラム 10 に当接させるが可能となる。即ち、皿バネのストロークは、荷重に対して略比例しているので、開口端 21c とダイヤフラム 10 を当接させる設定荷重に対して設ける隙間の間隔を容易に求めることができる。

#### 【0053】

ただし、荷重とストロークの関係はある一定の荷重を超えると比例関係とはなくなる。この荷重を限界荷重といい、この限界荷重における皿バネのストロークを限界変位量という。したがって、当接面となる開口端 21c とダイヤフラム 10 を当接させる設定荷重は、皿バネの限界荷重より小さな値とする。すなわち隙間の設定値は限界変位量よりも小さくする必要がある。このような大きさの間隔を設けることで、皿バネには、皿バネの限界荷重より小さい荷重しかかからないようにできると共に、ダイヤフラム 10 の感圧部 11 に所定の閾値以上の押圧力が付加されないように外力を規制することができる。

#### 【0054】

上述したように、皿バネの代わりに、弾性体 23 としてゴムを用いると、荷重

の小さい領域で荷重に対してストロークが大きく変化すると共に、環境温度によってその硬度が変化するために、そのわずかな違いによって設定荷重に誤差が生じて、操作体 2 1 の動作が不安定となる場合がある。一方、荷重に対する変位量が線形性を有する皿バネを用いると、荷重に対するストロークは限界荷重に達するまでは略比例関係にあり、また環境温度に対する特性の変化も少ないために、安定して荷重を検出でき、また一定の荷重で操作体 2 1 の開口端 2 1 c をダイヤフラム 1 0 に当接させることができる。

#### 【 0 0 5 5 】

以上説明した荷重センサ 1 0 0 を構成するダイヤフラム 1 0、駆動体 2 2、操作体 2 1、及び弾性体 2 3 は、ケース体 3 0 の中に納められている。ケース体 3 0 は、固定板 3 0 a とカバー 3 0 b とからなり、固定板 3 0 a にはダイヤフラム 1 0 が取付けられる。ダイヤフラム 1 0 の厚肉部 1 2 の押圧部材 2 0 からの押圧面とは反対側の面は、固定板 3 0 a に戴置され、操作体 2 1 からの荷重が支えられる。

#### 【 0 0 5 6 】

上述したように、ダイヤフラム 1 0 の感圧部 1 1 の押圧面側上に駆動体 2 2 が戴置され、駆動体 2 2 の鏑部 2 2 b には弾性体 2 3 が係合され、弾性体 2 3 の操作体 2 1 に接する側上にはワッシャ 2 6 が設けられる。更に、駆動体 2 2 及び弾性体 2 3 を略覆うように操作体 2 1 が配置され、操作体 2 1 の段部 2 1 a がワッシャ 2 6 に当接される。この段階で、操作体 2 1 のダイヤフラム 1 0 と当接する開口端 2 1 c とダイヤフラム 1 0 との隙間は、上述のような所定の荷重を加えられた場合に開口端 2 1 c がダイヤフラム 1 0 に当接する間隔となるよう調整される。

#### 【 0 0 5 7 】

そして、ダイヤフラム 1 0 及び操作体 2 1 の周囲はカバー 3 0 b によって取囲まれ、このカバー 3 0 b は固定板 3 0 a に固定される。カバー 3 0 b を固定板 3 0 a に固定した状態において、操作体 2 1 は外部と接する外部表面がカバー 3 0 b から突出するように背高状に形成され、外部からの荷重を受ける構造とされている。

**【0058】**

以下、本実施の形態における荷重センサを押圧した際の動作について説明する。図6は、荷重センサに外力が付加されている状態を示す荷重センサの側断面図である。図6において、操作体21の開口端21cがダイヤフラム10の厚肉部12に圧接されている様子を示す。

**【0059】**

図5に示すように、荷重センサ100に外力が付加されておらず、操作体21がダイヤフラム10から離隔した状態から、外力が付加されると、図6に示すように、押圧部材20の操作体の開口端21cは、ダイヤフラム10の厚肉部12に接するまでダイヤフラム10側へケース体30内を摺動する。

**【0060】**

即ち、操作体21のカバー30bから突出された外部表面に外力が加えられると、操作体21がダイヤフラム10の押圧面に近づく方向に押されて上昇し、これに伴い弾性体23が駆動体22の鏝部22bを上方（押圧面側方向）に押し上げる。これにより、駆動体22の軸部22aが操作体21の段部21a内を押圧面側に摺動し、鏝部22bがダイヤフラム10の感圧部11の押圧面を押圧する。ダイヤフラム10の感圧部11に設けられた歪センサを含むブリッジ回路（図示せず）は、感圧部11の撓みに応じた信号を出力して、荷重を検出する。

**【0061】**

そして、更に外力が加えられ、操作体21の開口端21cがダイヤフラム10の厚肉部12に当接して摺動が停止されるまで、駆動体22の鏝部22bが押圧面を押圧するが、開口端21cがダイヤフラム10に当接（圧接）することにより、それ以上の大きさの外力が付加されても、操作体21が駆動体22を押圧することがない。

**【0062】**

即ち、操作体21は、外力が加えられていないときは、弾性体23の付勢力によりダイヤフラム10から間隙を介して離隔した状態となり、外力が加えられたときは、ダイヤフラム10の厚肉部12に当接することにより、外力を制限し、駆動体22の鏝部22bがダイヤフラム10の感圧部11の押圧面を押圧する力

が所定の閾値以下となるようダイヤフラム 1 0 を保護する。

#### 【0 0 6 3】

このように、外力が付加され、操作体 2 1 の開口端 2 1 c がダイヤフラム 1 0 の厚肉部 1 2 に当接された時点で、駆動体 2 2 の鐳部 2 2 b は、ダイヤフラム 1 0 の押圧面を、それ以上の押圧力で押圧することを防止する操作体 2 1 により、ダイヤフラム 1 0 の感圧部 1 1 の押圧面が保護される。即ち、操作体 2 1 は、ダイヤフラム 1 0 の感圧部 1 1 の押圧面に所定の閾値以上の押圧力が付加されないように外力を規制するストッパとして機能する。

#### 【0 0 6 4】

このように構成された本実施の形態の荷重センサ 1 0 0 においては、ダイヤフラム 1 0 と、外力を規制するストッパ機能を備えた押圧部材 2 0 とをケース体 3 0 に収納して一体的に形成することにより、荷重センサ 1 0 0 の感圧部 1 1 には、所定の閾値以上の押圧力が付加されることがなく、押圧力が大きすぎてダイヤフラム 1 0 に永久ひずみ等が生じることを防止して、検出精度を維持することができると共に、大きな押圧力が付加された場合においても荷重センサ 1 0 0 が破壊されることを防止することができる。即ち、操作体 2 1 の開口端 2 1 c が厚肉部 1 2 に当接すると、弾性体 2 3 はそれ以上縮むことはなく、駆動体 2 2 にそれ以上の荷重はかからなくなるため、駆動体 2 2 も、所定の押圧力以上の力を押圧面に付加することがなく、感圧部 1 1 にかかる荷重もそれ以上大きくなることはないので、ダイヤフラム 1 0 を過大荷重や衝撃荷重から保護することができる。

#### 【0 0 6 5】

また、図 7 は、本実施の形態における荷重センサの変形例を示す断面図である。上述の図 4 乃至 6 に示す例においては、外力が付加されると、操作体 2 1 がダイヤフラム 1 0 の厚肉部 1 2 に当接（圧接）するものとしたが、図 7 に示すように、本変形例の荷重センサ 5 0 は、操作体 7 1 がケース体 8 0 に当接するようにしてもよい。即ち、操作体 7 1 がその内側面を摺動するケース体 8 0 のダイヤフラム 6 0 との係合部にフランジを設け、このフランジにおいて、操作体 7 1 を当接する。

#### 【0 0 6 6】

また、上述の例においては、操作体 7 1 に加えられた外力を駆動体 7 2 に伝える弾性体 7 3 として、荷重に対する変位量が線形性を有する皿バネを配置するものとしたが、本変形例においては、有底円筒形の操作体 7 1 の底部に設けられた段部 7 1 a 内に、例えばコイルバネ等の弾性体 7 3 をワッシャ 7 6 を介して配置し、操作体 7 1 に加えられた外力を駆動体 7 2 に伝達するようにしている。なお、コイルバネにおいても、荷重に対する変位量が線形性を有することが好ましく、また、図 4 乃至図 6 に示す如く、皿バネを使用してもよいことはもちろんである。

#### 【 0 0 6 7 】

また、本変形例においても、外力が付加されない状態では、押圧部材 7 0 の自重により、操作体 7 1 の係合部 7 1 b が、ケース 8 0 の係合部 8 1 に係合してぶら下がった状態とし、ダイヤフラム 6 0 とは離隔する方向に保持しておく。このように構成した変形例においても、所定の閾値以上の押圧力が感圧部となっているダイヤフラム 6 0 に付加されないようなストッパ機能を有した押圧部材がダイヤフラムと一体的に形成された荷重センサとなっており、荷重センサの精度を維持し、破壊を防止する。

#### 【 0 0 6 8 】

次に、このような荷重センサを取り付ける足部の一具体例について説明する。上述のような本実施の形態における荷重センサは、例えば、本願発明者等が先に出願した特願 2 0 0 2 - 0 7 3 1 9 8 の明細書及び図面に記載のロボット装置の足部に取り付けることができる。従来の足部の構造においては、足甲部材と足底部材の間に予圧した状態で荷重センサが設けられているため、各荷重センサのキャリブレーション（ゼロ点調整）は、各荷重センサへ作用する予圧を各荷重センサの検出範囲内の適宜な値となるように与えた状態で実施する必要がある、その作業が容易ではない。また、足底部材を交換する場合には、その都度、そのようなキャリブレーションを行う必要がある、交換に伴う作業が煩雑であり、その工数が多かった。これに対し、本具体例におけるロボット装置の足底は、予圧を不要とし、荷重検出値を高精度化を図ると共に、足底部材の交換に伴う作業負担を軽減するものである。

## 【0 0 6 9】

図 8 は、上記特願 2 0 0 2 - 0 7 3 1 9 8 の明細書及び図面に記載のロボット装置の足部を示す側断面図である。図 8 に示すように、足部は、左右各々の脚部ユニット 5 R / L の足首にそれぞれ連結される足甲部材 1 0 1 0 と、この足甲部材 1 0 1 0 に誘導可能に取り付けられ、路面に直接接地される足底部材 1 0 2 0 とを備えた二重構造となっている。

## 【0 0 7 0】

足甲部材 1 0 1 0 はその下面が開口された略矩形箱状の部材であり、略矩形板状の天板部 1 0 1 1 及びその周囲に沿って一体的に立設された側板部 1 0 1 2 を有している。なお、側板部 1 0 1 2 を周囲全面に設けず、複数箇所に設けるようにしてもよい。天板部 1 0 1 1 の上面には足首に連結するための連結部 1 0 1 3 が一体的に設けられている。天板部 1 0 1 1 には、足底部材 1 0 2 0 を取り付けるためのネジ穴（本例では 4 つ） 1 0 1 4 が形成されている。各側板部 1 0 1 2 の外面の境界部分は R 面（円弧面）又は滑らかな曲面となっている。

## 【0 0 7 1】

足甲部材 1 0 1 0 の足首への取り付けは、足甲部材 1 0 1 0 を該足首に例えばネジ等の固定手段を用いて固定することができる。又は例えば連結機構（図示せず）を介して着脱自在となるように取り付けるとしてもよい。足甲部材 1 0 1 0 の天板部 1 0 1 1 の下面の略中央には電気回路基板 1 1 0 0 が複数の支持部材 1 1 1 0 を介して取り付けられている。

## 【0 0 7 2】

図 9 は図 8 に示す足甲部材を接地面側からみた平面図である。なお、図 8 に示す断面図は、図 9 に示す実線 A における断面を示す図である。足甲部材 1 0 1 0 の天板部 1 0 1 1 の下面にはその四隅近傍にそれぞれ凸状のセンサ用台座部 1 0 1 5 が一体的に形成されており、該センサ用台座部 1 0 1 5 の先端部には、Z M P を算出するための Z 軸方向の圧力を検出する複数の上述の図 4 乃至 7 に示すような荷重センサ 1 0 1 6 が配設されている。これら各荷重センサ 1 0 1 6 は、例えばロードセル等であり、上述したように、金属又は樹脂等からなるダイヤフラムと 4 つの歪ゲージ（歪センサ）からなり、4 つの歪センサでブリッジ回路を形

成し、該歪センサをダイヤフラムに貼着して形成されている。そして、荷重センサ 1016 は、上述したように、ケースにダイヤフラム及びこれを押圧すると共に押圧力を所定の閾値以下とするストッパ機能を備える押圧部材が収納された一体型のものであり、予圧無しで所望の精度で外力を検出することができる。

#### 【0073】

電気回路基板 1100 上には、荷重センサ 1016 のダイヤフラムへの給電及び荷重センサ 1016 からの信号を伝送するためのケーブル（ここでは、フレキシブル・ケーブル） 1130 が接続されている。荷重センサ 1016 と電気回路基板 1100 とをフレキシブル・ケーブル 1130 で接続するのは、荷重センサ 1016 にケーブル・テンションによる不要な上が作用することを防止するためである。また、電気回路基板 1100 上には、演算処理手段（CPU、ROM、RAM 等） 1120、X 軸方向及び Y 軸方向の加速度を検出するための加速度センサ 1140 等も搭載されている。この加速度センサ 1140 の出力は、路面の重力方向に対する傾きの検出、路面の凹凸等による躓きの検出に利用される。

#### 【0074】

足底部材 1020 は、略矩形板状の部材からなる足底本体 1021 の下面に、同じく略矩形板状の部材からなる接地部材 1022 を貼着するか、又はネジ等の固定部材を用いて一体的に取り付けられた二重構造となっている。

#### 【0075】

足底本体 1021 の外形は、足甲部材 1010 の側板部 1012 の開口側の外形形状と略同一の形状となっている。足底本体 1021 の上面には、足甲部材 1010 に取り付けるため、天板部 1011 に形成されたネジ穴 1014 のそれぞれに対応して上側に凸状の固定用突起部 1024 が形成されている。固定用突起部 1024 の下側は、その先端部にネジ山を有する段付きボルト 1150 を下側から挿入するため、円柱状に陥没された凹部 1025 となっている。各固定用突起部 1024 の先端部の中央には上下に貫通する貫通穴 1026 がそれぞれ形成されている。また、足甲部材 1010 の天板部 1011 のセンサ用台座部 1015 に設けられた荷重センサ 1016 にそれぞれ対応する位置には、荷重センサ 1016 に接離自在に圧接ないし当接するセンサ押圧用台座部（センサ押圧部材） 1

0 2 7 がそれぞれ一体的に形成されている。

#### 【0 0 7 6】

接地部材 1 0 2 2 は、足底本体 1 0 2 1 の外形と略同一の形状を有しており、足底本体 1 0 2 1 の凹部 1 0 2 5 に対応して貫通穴 1 0 2 8 がそれぞれ形成されている。接地部材 1 0 2 2 は、足部 1 2 1 の路面への接地時にその衝撃を緩和するため、例えば、弾性ゴムシートから形成される。接地部材 1 0 2 2 の材料としては、路面状況対応性の観点から、ゴムシート以外に、金属、プラスチック、又はその他、各種のものを採用することができ、その下面（接地面）の形状も路面状況対応性の観点から、例えば、溝を形成したもの、及び土踏まずを形成したもの等を採用することができる。この接地部材 1 0 2 2 の材質や接地面の形状を適宜に変更又は選択することにより、各種の路面状況にそれぞれ対応した各種の足底部材 1 0 2 0 を構成することができる。

#### 【0 0 7 7】

足底部材 1 0 2 0 の凹部 1 0 2 5 及び貫通穴 1 0 2 6 に、段付きボルト 1 1 5 0 を下側から挿入し、該段付きボルト 1 1 5 0 がその内側に貫通するように、コイルバネ 1 1 6 0 を装着し、段付きボルト 1 1 5 0 の先端のネジ山を天板部 1 0 1 1 のネジ穴 1 0 1 4 に限界（段差面）までねじ込むことにより、足底部材 1 0 2 0 を足甲部材 1 0 1 0 に装着することができる。なお、凹部 1 0 2 5 の天井部分と段付きボルト 1 1 5 0 の頭部との間に、円筒状の例えば弾性ゴム又はコイルバネ等からなる緩衝部材（図示せず）を介装してもよい。

#### 【0 0 7 8】

このような構成の足部がロボット装置の脚部ユニットの足首に取り付けられた状態で、歩行動作を開始すると、遊脚時、即ち、足部が路面から離間して、足底部材 1 0 2 0 に路面からの力が作用していない状態では、コイルバネ 1 1 6 0 の付勢力によって、足底部材 1 0 2 0 は足甲部材 1 0 1 0 に対して、段付きボルト 1 1 5 0 によって規定されるストローク限界まで離間された状態となっており、天板部 1 0 1 1 の下面に設けられたセンサ用台座部 1 0 1 5 に取り付けられた荷重センサ 1 0 1 6 と、足底本体 1 0 2 0 に設けられたセンサ押圧用台座部 1 0 2 7 の先端面とは、所定のギャップを保って対峙している。このギャップは、例え



ば、0.7mm程度に設定される。

#### 【0079】

接地時、即ち、足部が路面に接地して、足底部材1020に路面からの力が作用している状態では、足底部材1020はコイルバネ1160の付勢力に抗して、足甲部材1010に接近し、天板部1011の下面に設けられたセンサ用台座部1015に取り付けられた荷重センサ1016に、足底本体1020に設けられたセンサ押圧用台座部1027の先端面が圧接し、各荷重センサ1016に路面からの圧力が伝達される。荷重センサ1016の出力はケーブル1130を介して電気回路基板1100上の演算処理手段1120に送られ、必要な処理が施された後に、ロボット装置本体の制御システムの運動制御モジュール300に伝送され、ZMPの算出処理が実行される。なお、ロボット装置本体の運動制御モジュール300の処理負担を軽減するため、足部の演算処理手段1120によってZMPを算出した後に、ロボット装置本体の運動制御モジュール300に伝送するようにしてもよい。

#### 【0080】

本実施の形態においては、ZMP検出用の荷重センサ1016は、予圧が不要であり、足底部材1020が路面に接地していない場合には、荷重センサ1016からセンサ押圧用台座部1027を離間させた状態、即ち、予圧しない状態とし、足底部材1020が路面に接地した場合に荷重センサ1016にセンサ押圧用台座部1027を圧接させるようにしたので、予圧の調整を実施する必要が全くなくなる。また、足底部材1020を足甲部材1010から離反させるように付勢するコイルバネ1160を足甲部材1010と足底部材1020の間に介装したので、足底部材1020の振動の発生が少なく、騒音の発生を低減することができる。さらに、各荷重センサ1016のキヤリブレーションは、足底部材1020に外力が作用していない状態で行うことができるので、歩行動作に伴う遊脚時にキヤリブレーションを実施することができ、常に正確な検出値を得ることができるようになる。

#### 【0081】

また、足底部材1020の交換は、段付きボルト1150を取り外すことによ

り容易に行うことができ、組立時には、段付きボルト 1 1 5 0 を螺合の限界までねじ込むことにより、足底部材 1 0 2 0 を足甲部材 1 0 1 0 に対して所定の位置関係に容易に設定することができ、その交換作業が極めて容易である。

#### 【0 0 8 2】

また、遊脚時に荷重センサ 1 0 1 6 から足底部材 1 0 1 0 が離間しているので、足底部材 1 0 2 0 に何らかの衝撃が加わった場合であっても、この衝撃が荷重センサ 1 0 1 6 に伝達されることが少なくなり検出精度を維持することができると共に、破損等が極めて生じにくい。

#### 【0 0 8 3】

このように、歩行ロボット装置の足部に、荷重に対するストッパ機能を内蔵する荷重センサを取り付けることにより、衝撃に強い ZMP 計測足底を実現することができる。上述した如く、従来は足底がたわむような条件下では、荷重センサの外部に設けられたストッパが作動しても、荷重センサへの入力が増大できない場合があり、荷重センサを破壊していたのに対し、本実施の形態のように、ケースにダイヤフラムとストッパ機能を有する押圧素子とを収納した一体型の荷重センサを設けることにより、荷重センサを破壊することがなく、また高精度の検出能力を維持することができる。

#### 【0 0 8 4】

また、ストッパ機能と検出器の機能が一体化しており、荷重センサ自身がストッパ機能を備えているため、ストッパが作動する変移量と、検出器としての変移量との間の調整が不要になり、製造、取り付け、メンテナンス等が容易である。

#### 【0 0 8 5】

更に、図 8 及び図 9 においては、側板部 1 0 1 2 がストッパとして機能するため、荷重センサの破壊を防止することができるが、上述した如く、本発明の荷重センサは、押圧部材にストッパ機能を持たせ、ストッパ機能が内蔵されたものであるため、足底には、荷重センサ保護のための過剰な強度を必要とせず、例えば、側板部 1 0 1 2 がないような足底に取り付けても、足底の構造のたわみにより荷重センサが破壊されることがなく、構造の軽量化、小型化、低コスト化を図る

ことができる。

#### 【0086】

なお、本発明は上述した実施の形態のみに限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲において種々の変更が可能であることは勿論である。例えば、本実施の形態においては、2足歩行の脚式移動ロボットに関して説明したが、ロボット装置の移動手段は、4足歩行、更には脚式移動方式に限定されない。

#### 【0087】

##### 【発明の効果】

以上詳細に説明したように本発明に係るロボット装置は、脚式移動型のロボット装置において、脚部の地面と接する位置に設けられ、該脚部が地面に接した際の反力を外力として検出する1以上の荷重センサを備え、上記荷重センサは、押圧力を電気信号に変換する感圧部を備える圧力検出手段と、上記外力により上記圧力検出手段を押圧する押圧部材とを有し、上記押圧部材は、上記圧力検出手段の上記感圧部に対する押圧力を所定の閾値以下とするように外力を規制するストップパ機能を有するので、ロボット装置が不連続な路面を歩行したりする際に足底がたわむ等して大きな外力が付加された場合であっても、外力を検出する検出機能と共に、外力を規制し所定の閾値以下の押圧力とするストップパ機能を内蔵した荷重センサが設けられているため、圧力検出手段に例えば永久ひずみが生じたり、破損したりすることを防止すると共に、構造の軽量化、小型化、低コスト化が可能な荷重センサの検出精度を維持することができ、衝撃に強いZMP計測機能を有した足底を提供することができる。

##### 【図面の簡単な説明】

##### 【図1】

本発明の実施の形態におけるロボット装置の概観を示す斜視図である。

##### 【図2】

本発明の実施の形態におけるロボット装置が具備する関節自由度を示す模式図である。

##### 【図3】

本発明におけるロボット装置の制御システムを示す模式図である。

## 【図 4】

本発明の実施の形態における荷重センサを示す分解斜視図である。

## 【図 5】

本発明の実施の形態における荷重センサを示す断面図である。

## 【図 6】

同じく、本発明の実施の形態における荷重センサを示す図であって、外力付加後の状態を示す断面図である。

## 【図 7】

本発明の実施の形態における荷重検出装置の変形例を示す断面図である。

## 【図 8】

特願 2 0 0 2 - 0 7 3 1 9 8 の明細書及び図面に記載のロボット装置における足部を示す側断面図である。

## 【図 9】

図 8 に示す足甲部材を接地面側からみた平面図である。

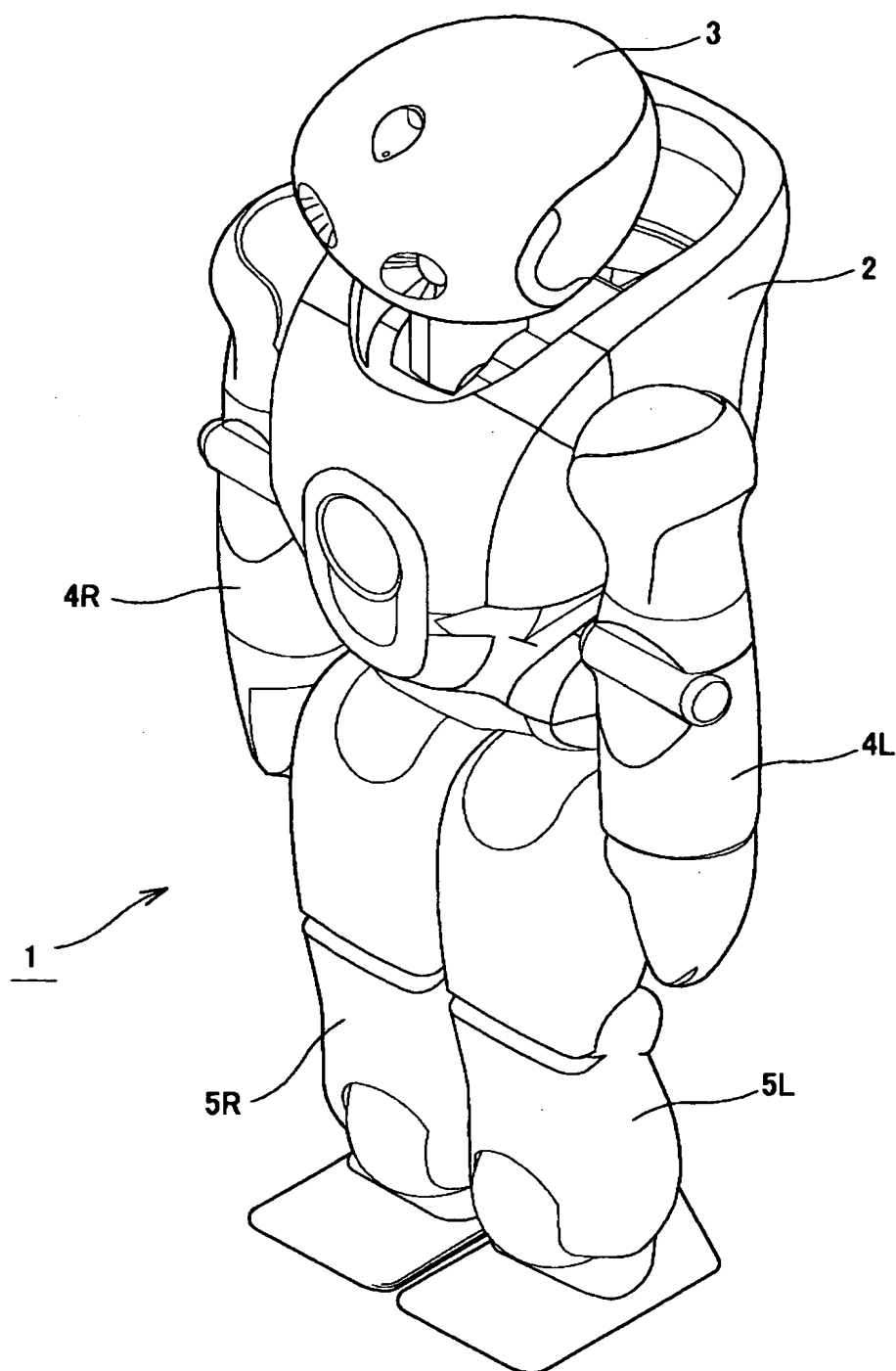
## 【符号の説明】

5 0, 1 0 0, 1 0 1 6 荷重センサ、1 0, 6 0 ダイヤフラム、1 1 感圧部、1 2 厚肉部、1 3 パターン、2 0, 7 0 押圧部材、2 1 操作体、2 1 a 段部、2 1 b 係合部、2 1 c 開口端、2 2, 7 2 駆動体、2 2 a 軸部、2 2 b 鐳部、2 3 弾性体、3 0, 8 0 ケース、3 1 係合部、1 0 1 0 足甲部材、1 0 1 1 天板部、1 0 1 2 側板部、1 0 1 3 連結部、1 0 1 4 ネジ穴、1 0 1 5 センサ用台座部、1 1 0 0 電気回路基板、1 1 1 0 支持部材、1 1 2 0 演算処理手段、1 1 3 0 ケーブル、1 1 4 0 加速度センサ、1 1 5 0 段付きボルト、1 1 6 0 コイルバネ、1 0 2 0 足底部材、1 0 2 1 足底本体、1 0 2 2 接地部材、1 0 2 4 固定用突起部、1 0 2 5 凹部、1 0 2 6 貫通穴、1 0 2 7 センサ押圧用台座部、1 0 2 8 貫通穴

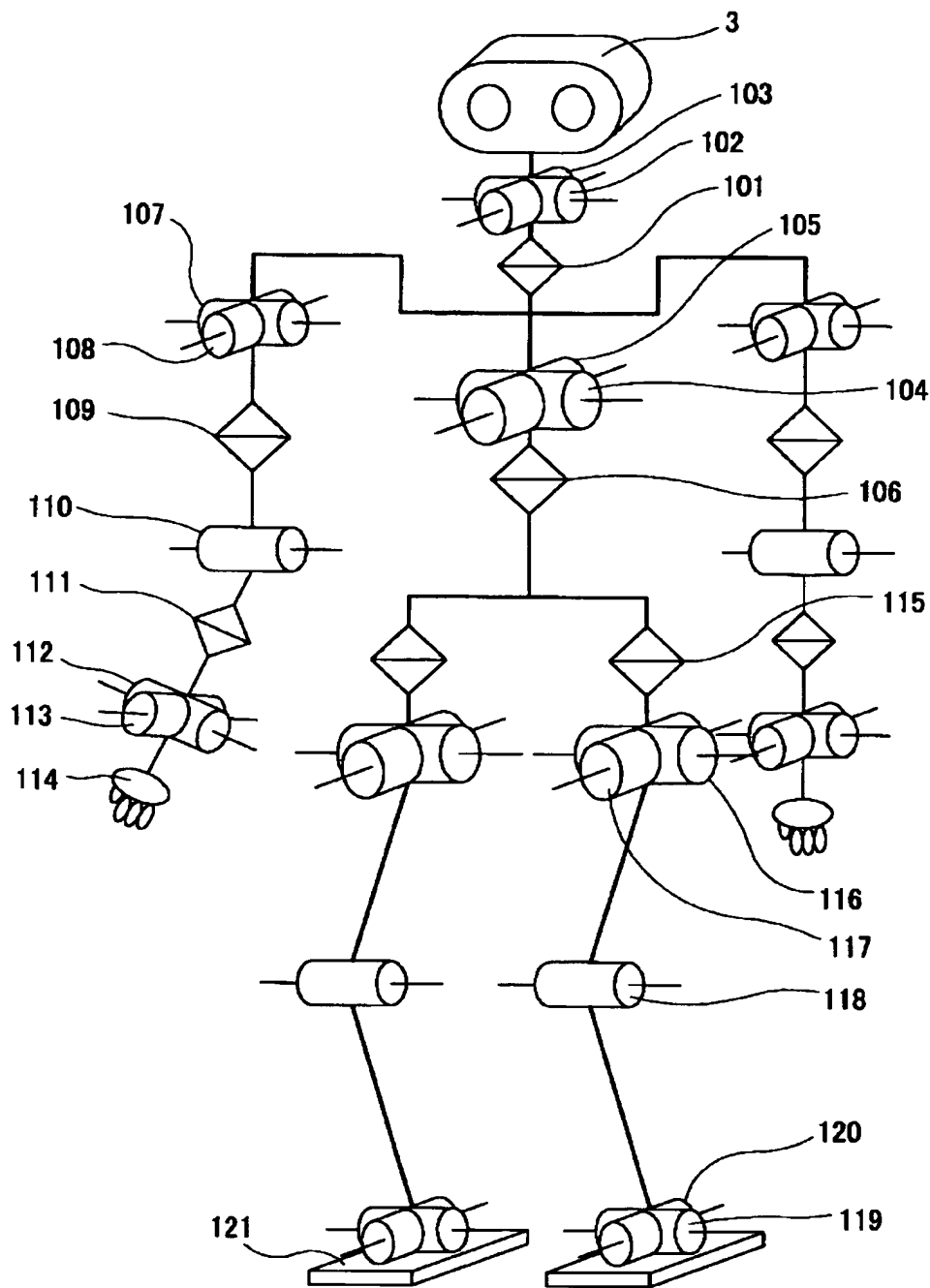
【書類名】

図面

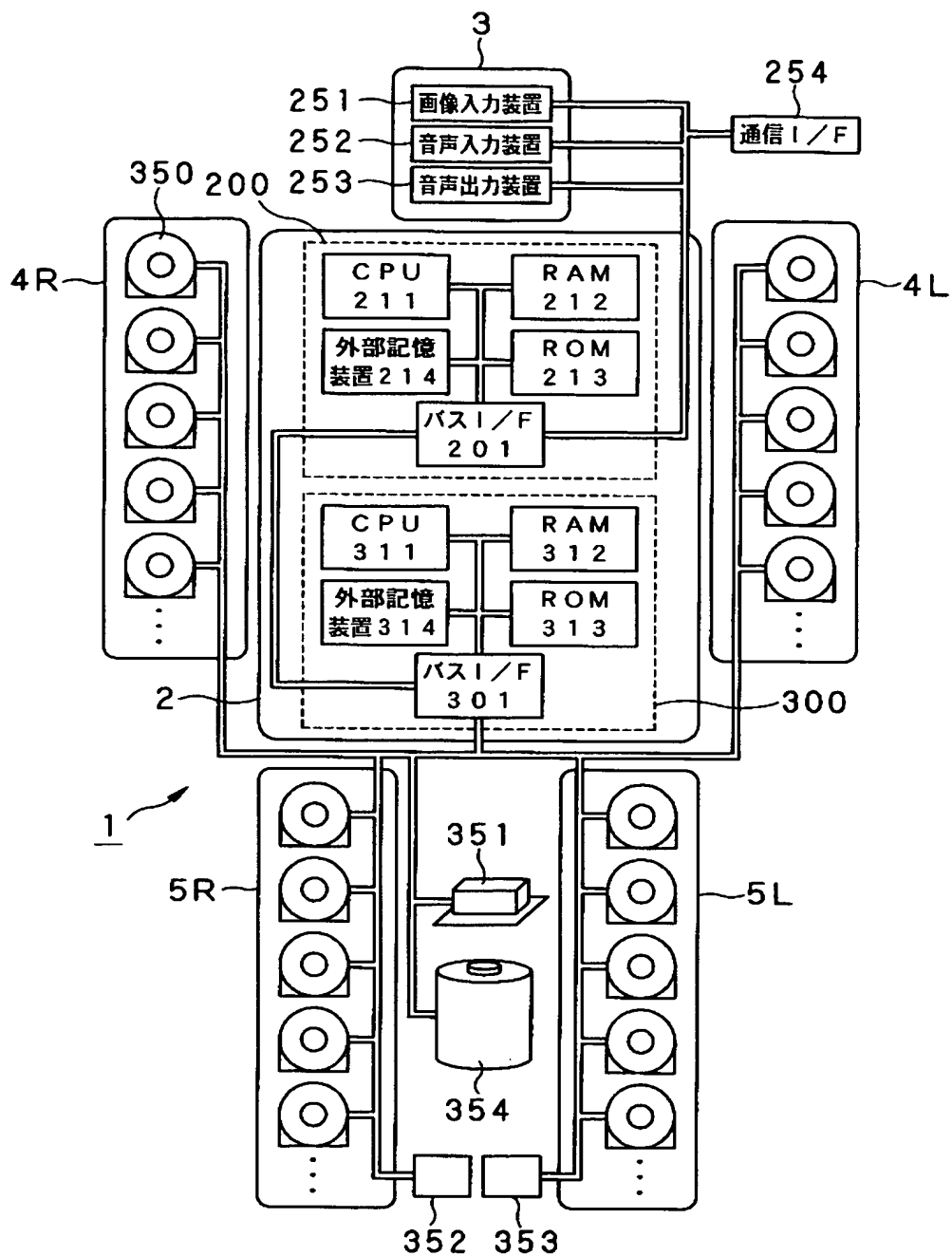
【図 1】



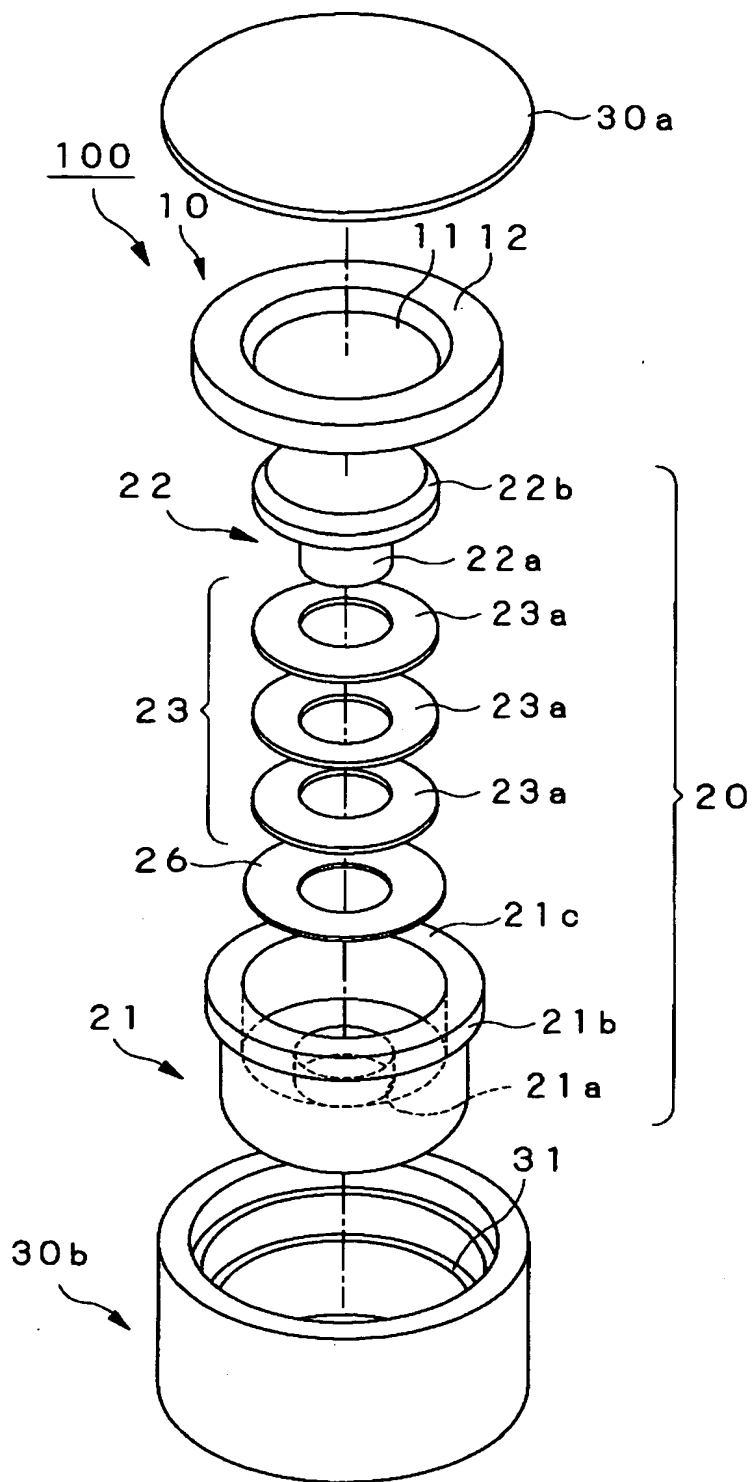
【図 2】



【図 3】

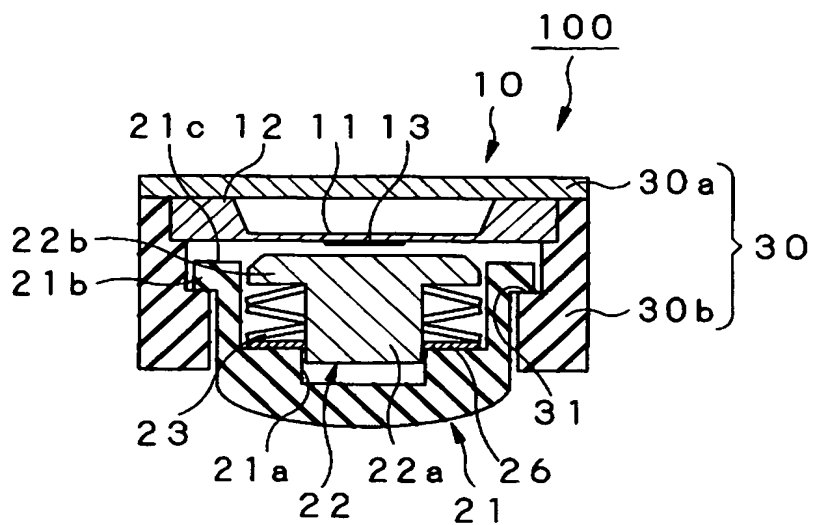


【図 4】

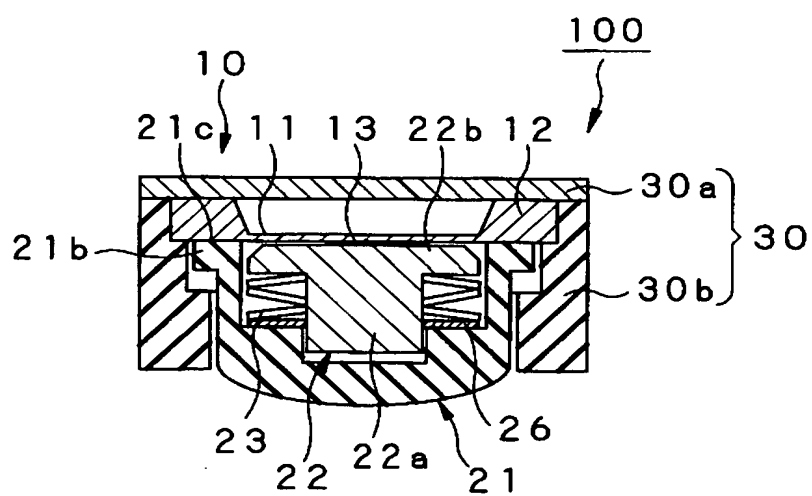




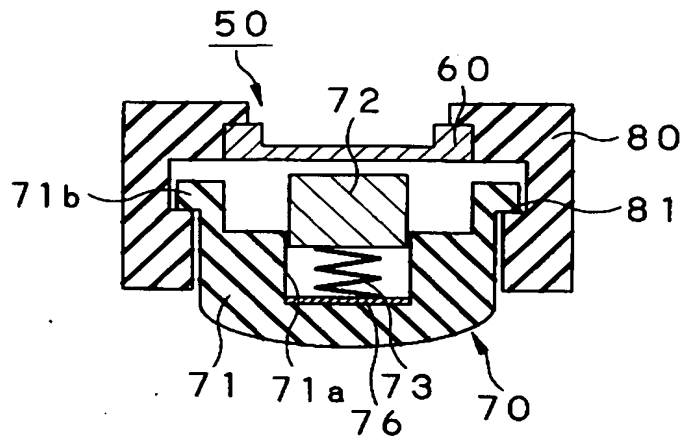
【図 5】



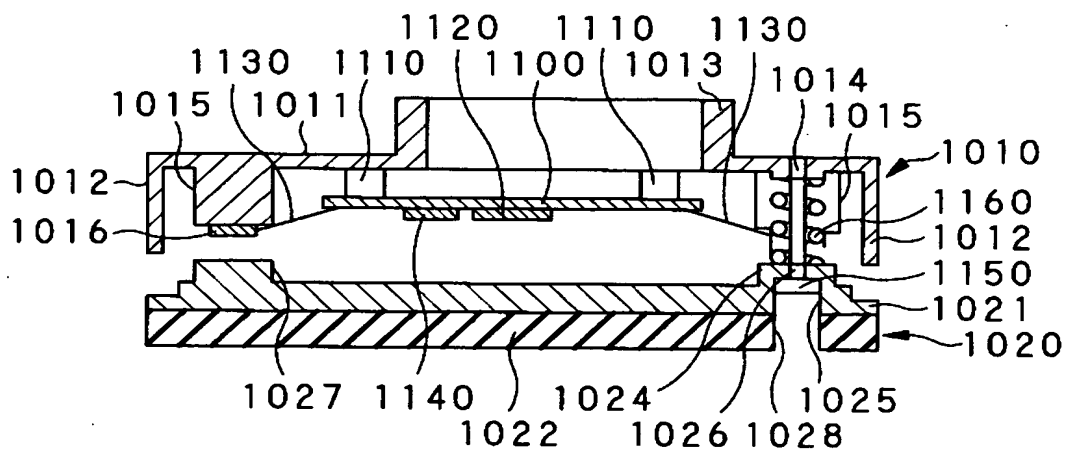
【図 6】



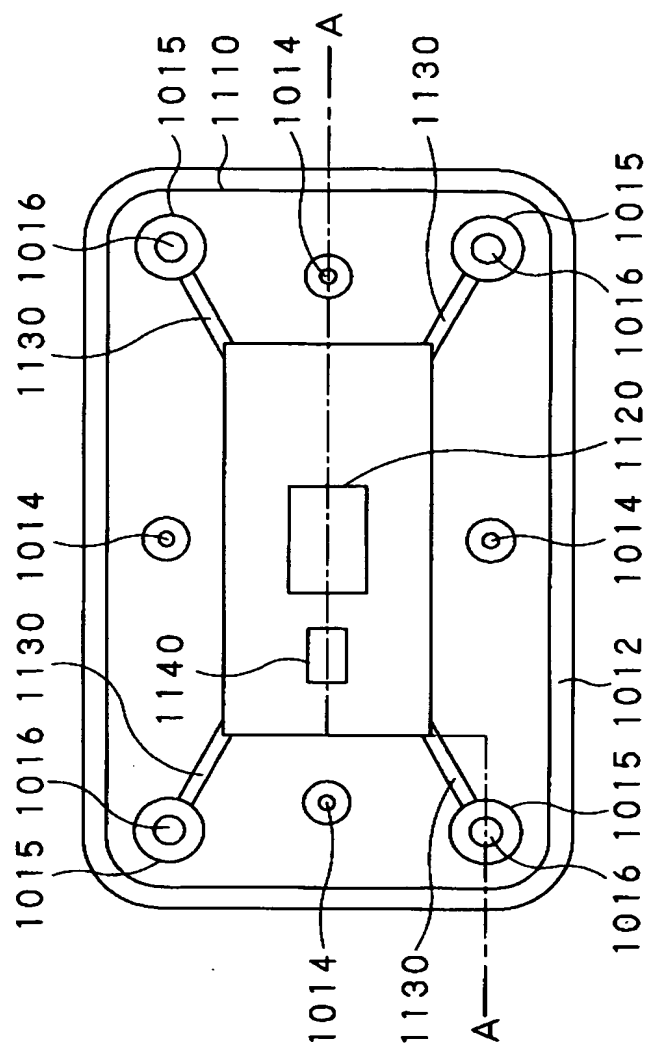
【図 7】



【図 8】



【図 9】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 強い荷重が付加された場合でも破壊することがなく、簡便な構造で軽量化・小型化が容易で且つ荷重を精度よく検出することができる荷重センサを備えるロボット装置を提供する。

【解決手段】 ロボット装置は、脚部の地面と接する位置に設けられ、該脚部が地面に接した際の反力を外力として検出する 1 以上の荷重センサを備える。荷重センサ 1 0 0 は、感圧部 1 1 を備えるダイヤフラム 1 0 と、外力が付加される押圧部材 2 0 とを備える。押圧部材 2 0 は、外力が加えられる操作体 2 1 と、操作体 2 1 と 2 重構造とされ感圧部 1 1 を押圧する駆動体 2 2 と、操作体 2 1 に加えられた外力を駆動体 2 2 に伝達する弾性体 2 3 を備え、操作体 2 0 は、外力が加えられると、ダイヤフラム 1 0 の厚肉部 1 2 に圧接し、駆動体 2 2 の押圧力を所定の閾値以下とするように外力を規制するストッパ機能を有する。

【選択図】 図 4

特願 2 0 0 3 - 0 7 0 7 2 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [ 0 0 0 0 0 2 1 8 5 ]

1. 変更年月日	1 9 9 0 年 8 月 3 0 日
[変更理由]	新規登録
住 所	東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号
氏 名	ソニー株式会社

特願 2 0 0 3 - 0 7 0 7 2 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [ 0 0 0 0 1 0 0 9 8 ]

1. 変更年月日	1 9 9 0 年 8 月 2 7 日
[変更理由]	新規登録
住 所	東京都大田区雪谷大塚町 1 番 7 号
氏 名	アルプス電気株式会社